

**Efeito da Aplicação do Fósforo no
Desenvolvimento da Seringueira
(*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.).**



República Federativa do Brasil

Luiz Inácio Lula da Silva

Presidente

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

Roberto Rodrigues

Ministro

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa

Conselho de Administração

José Amauri Dimázio

Presidente

Clayton Campanhola

Vice-Presidente

Alexandre Kalil Pires

Hélio Tollini

Ernesto Pateriani

Luis Fernando Rigato Vasconcellos

Membros

Diretoria-Executiva da Embrapa

Clayton Campanhola

Diretor-Presidente

Gustavo Kauark Chianca

Herbert Cavalcante de Lima

Mariza Marilena T. Luz Barbosa

Diretores-Executivos

Embrapa Amapá

Antonio Cláudio Almeida de Carvalho

Chefe-Geral Interino

Gilberto Ken-Iti Yokomizo

Chefe-Adjunto de Pesquisa e Desenvolvimento

Antônio Carlos Pereira Góes

Chefe-Adjunto de Administração



ISSN 1517-4867
Dezembro, 2004

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Centro de Pesquisa Agroflorestal do Amapá
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 70

**Efeito da Aplicação do Fósforo no
Desenvolvimento da Seringueira
(*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.).**

Antonio Cláudio Almeida de Carvalho
Edyr Marinho Batista

Macapá, AP
2004

Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:

Embrapa Amapá

Endereço: Rodovia Juscelino Kubitschek, km 05, CEP-68.903-000,
Caixa Postal 10, CEP-68.906-970, Macapá, AP

Fone: (96) 3241-1551

Fax: (96) 3241-1480

Home page: <http://www.cpaafap.embrapa.br>

E-mail: sac@cpafap.embrapa.br

Comitê de Publicações da Unidade

Presidente: Gilberto Ken-Iti Yokomizo

Membros: Antonio Cláudio Almeida de Carvalho, Gilberto Ken-Iti Yokomizo, Márcio Costa Rodrigues, Raimundo Pinheiro Lopes Filho, Ricardo Adaime da Silva, Valéria Saldanha Bezerra.

Supervisor Editorial: Gilberto Ken-Iti Yokomizo

Revisor de texto: Elisabete da Silva Ramos

Normalização bibliográfica: Solange Maria de Oliveira Chaves Moura

Editoração eletrônica: Otto Castro Filho

Foto da capa: Antonio Cláudio Almeida de Carvalho

1ª Edição

1ª Impressão 2004: tiragem 150 exemplares

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Embrapa Amapá

Carvalho, Antônio Cláudio Almeida de.

Efeito da Aplicação de Fósforo no Desenvolvimento da Seringueira (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.)

Antonio Cláudio Almeida de Carvalho; Edyr Marinho Batista – Macapá: Embrapa Amapá, 2004.

25p. il.; 21cm (Embrapa Amapá. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 70).

ISSN 1517-4867

1. Seringueira. 2. *Hevea brasiliensis*. 3. Seringal em Desenvolvimento. 4. Fósforo I. Embrapa Amapá (Macapá, AP). II. Título. III. Série.

CDD: 633.8952

Sumário

Resumo.....	5
Abstract.....	6
Introdução.....	7
Material e Métodos.....	8
Resultados e Discussão.....	11
Conclusões.....	23
Referências Bibliográficas.....	23

Efeito da Aplicação do Fósforo no Desenvolvimento da Seringueira (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.)

Antonio Cláudio Almeida de Carvalho¹
Edyr Marinho Batista¹

Resumo

A carência de resultados de pesquisas demonstrando os efeitos da aplicação de macro e micronutrientes sobre seringueiras adultas, fase de desenvolvimento e fase de produção, tem contribuído para a não aplicação regular de fertilizantes, na maioria dos seringais cultivados da Amazônia. Segundo SILVEIRA (1983), deve ser evitada a generalização de que “a seringueira cresce bem em solos de baixa fertilidade”. Isso porque, nos três primeiros anos, a planta passa por um período de intenso crescimento vegetativo e apresenta grande demanda de nutrientes.

A região de Mazagão é considerada área de “escape” ao ataque epidêmico do fungo *Microcyclus ulei*, em função da mesma apresentar um longo período com déficit hídrico e, pelo fato de que a desfolha natural da seringueira ocorre exatamente nesse período, em que a umidade do ar é baixa e não permite a proliferação do fungo causador do mal-das-folhas. Logo, com essas condições climáticas, a região de Mazagão pode ser considerada de grande potencial para expansão da heveicultura no Estado do Amapá.

Num ensaio instalado em 1986, em um solo do tipo latossolo amarelo, textura argilosa, com baixa fertilidade natural e elevada saturação de alumínio, foram estudados quatro níveis de fósforo, nos sete primeiros anos de desenvolvimento de um seringal de cultivo. Neste trabalho são apresentados os resultados desse experimento que fica localizado no município de Mazagão-AP, nas coordenadas de 00°06'54''S de latitude e 51°17'22''W.G. de longitude. Essa região apresenta temperatura média anual de 27°C e pluviosidade média anual de 2700 mm, cuja distribuição de chuva concentra-se num período de seis meses, englobando os meses de Janeiro a Junho.

Palavras-chave: Adubação, Fosfato, Amazônia, Amapá.

¹Eng. Agrônomo, M.Sc., Pesquisador da Embrapa Amapá, e-mail: claudio@cpafap.embrapa.br

Effect of Phosphorus Application on Rubber Tree (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.) Development.

Abstract

The lack of research results indicating the effect of the fertilizers in the development phase of rubber tree has been contributing to the non use of a correct fertilization in rubber plantations in the Amazonian region. According to SILVEIRA (1983) it should be avoided the generalization that "the rubber tree grows well in soils of low fertility." In the first three years the plant raises for a period of intense vegetative growth and it presents great demand of nutritious. In function of the climatic conditions at that it presents, the area where is located the municipal district of Mazagão (Amapá State – Brazil), this area is considered of "escape" to the epidemic attack of the *Microcyclus ulei*, in other words, presents a period with high water deficit and the natural defoliation of the rubber tree happens in that time. Therefore, we believed to exist potential to expansion of the rubber tree cultivation in the State of Amapá. However is fundamental that the research about improvement the agronomic practices for the *rubber tree* cultivation is continued in the State of Amapá.

In a rehearsal installed in 1986, in a yellow soil of loamy texture, with low natural fertility and high saturation of aluminum, were studied four match levels, in seven years of development of a cultivation rubber plantation. In this work are presented the results of a experiment located in the municipal district of Mazagão-AP, coordinates of 00°06'54" latitude S and 51°17'22" W.G. of longitude, with medium annual temperature of 27°C and a annual medium rain volume of 2700 mm distributed from January to June.

Index terms: Fertilization, Phosphorus, Amazon, Amapa, Rubber tree cultivation.

Introdução

Em função dos problemas causados pela doença conhecida com “mal-das-folhas”, a recomendação preconizada hoje é que na Amazônia, a seringueira seja cultivada apenas nas áreas tidas como “escape” ao ataque epidêmico do *Microcyclus ulei*. Ou seja, áreas que apresentam déficit hídrico anual entre 200 e 350 mm, distribuídos em período de quatro a seis meses, concentrando-se a queda das folhas das seringueiras (desfolha natural das plantas) nos três meses intermediários desse período (EMBRAPA, 1979).

Segundo FALESI et al (1972), os tipos de climas predominantes no Estado do Amapá, pelos critérios da classificação de Köppen, são os climas Ami e Awi, os quais apresentam período seco definido. O fato de ocorrer a troca natural das folhas das seringueiras justamente nos meses em que ocorre o déficit hídrico nessas regiões, elas são consideradas zona de “escape” e coloca o Estado do Amapá na relação dos estados que apresentam as condições possíveis para o desenvolvimento dos seringais de cultivo na Amazônia.

De acordo com o desenvolvimento das plantas, as seringueiras cultivadas podem ser classificadas em três fases distintas: fase de viveiro, fase de desenvolvimento e fase de produção. A fase de viveiro envolve período de plantio das sementes do porta-enxerto, a enxertia e o crescimento do porta-enxerto (clone) até que o mesmo apresente dois lançamentos maduros. Ao contrário das demais fases, a fase de viveiro é relativamente rápida, dura em torno de um ano e, para o cultivo de seringueiras nesse estágio de desenvolvimento, existem bastante informações de pesquisas envolvendo a aplicação de macro e micronutrientes.

A adubação na fase de desenvolvimento dos seringais de cultivo visa, entre outras coisas, a redução do período de imaturidade das plantas. Isto é, antecipar o período em que as seringueiras estarão aptas à sangria. Em alguns casos, o período de imaturidade da seringueira pode demorar até dez anos, não obstante, a adoção de práticas corretas de adubação e tratos culturais pode reduzir esse período para até seis anos. SILVEIRA (1983), sugere que a generalização de que “a seringueira cresce bem em solos de baixa fertilidade” deve ser evitada, pois nos três primeiros anos a planta passa por um período de intenso crescimento vegetativo, demandando grande quantidade de nutrientes. Os estudos conduzidos por SHORROCKS (1965) na Malásia demonstram que no quarto, quinto e sexto ano de cultivo a planta de seringueira absorve, aproximadamente, 30; 43 e 64 kg/ha de P_2O_5 , em cada ano, respectivamente.

Neste trabalho são apresentados os dados referentes aos efeitos de doses de fósforo no desenvolvimento da seringueira até o sétimo ano de cultivo. O clone cultivado no experimento foi o IAN 717, que na época era o mais recomendado para a região.

Material e Métodos

Visando identificar os níveis críticos de adubação de seringueira de cultivo no Estado do Amapá, em Janeiro de 1986 foi instalado um experimento cujos tratamentos foram formados a partir de dosagens crescentes de nitrogênio, fósforo, potássio e magnésio. Como planta indicadora das respostas dos nutrientes foram utilizadas seringueiras do clone IAN 717.

Visando a uniformização do porta-enxerto, as sementes foram obtidas de uma única área dos seringais de Belterra, no Estado do Pará. Os tocos enxertados com o clone IAN 717 foram plantados no espaçamento de 7,0 X 3,0 metros, numa área do campo experimental da Embrapa no município de Mazagão-AP, localizado nas seguintes coordenadas geográficas: 00°06'54" de latitude sul e 51°17'22" de longitude oeste. A referida região tem clima do tipo Ami, segundo classificação de Köppen, com temperatura média anual de 27°C, umidade relativa do ar de 75% e precipitação anual de 2700 mm, distribuídos num período chuvoso que vai de janeiro a julho (EMBRAPA, 1985).

O ensaio foi conduzido em um solo com topografia plana, do tipo latossolo-amarelo de textura argilosa, cujos valores médios das características químicas são os seguintes: pH= 4,5; $Al^{3+} = 1,2 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$; $Ca^{2+} + Mg^{2+} = 1,9 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$; $P = 2 \text{ mg kg}^{-1}$; $K^+ = 0,04 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ MO= 17 g kg^{-1} .

No experimento foi utilizado delineamento experimental de blocos ao acaso, com quatro repetições, cujos tratamentos foram formados a partir de diferentes combinações dos níveis de nitrogênio, fósforo, potássio e magnésio. Esses tratamentos foram casualizados em parcelas individuais com áreas de 672m², em que, cada unidade experimental era formada de 21 plantas úteis e 24 plantas de bordadura.

Os tratamentos, formados por diferentes combinações dos níveis de nitrogênio, fósforo, potássio e magnésio, foram casualizados em unidades experimentais, cuja área individual era de 672 m². Cada parcela continha 21 plantas úteis e 24 plantas de bordadura. Em função das condições locais e da grande extensão de áreas, foi escolhido o delineamento experimental de blocos ao acaso, com quatro repetições.

A partir da combinação dos níveis 0, 1, 2 e 4 de N, P, K e Mg, foram formados os tratamentos, que encontram-se descritos abaixo:

T ₀₁ = N ₀ P ₂ K ₂ Mg ₂	T ₀₅ = N ₂ P ₀ K ₂ Mg ₂	T ₀₉ = N ₂ P ₂ K ₁ Mg ₂	T ₁₃ = N ₂ P ₂ K ₂ Mg ₄
T ₀₂ = N ₁ P ₂ K ₂ Mg ₂	T ₀₆ = N ₂ P ₁ K ₂ Mg ₂	T ₁₀ = N ₂ P ₂ K ₄ Mg ₂	T ₁₄ = N ₀ P ₀ K ₀ Mg ₀
T ₀₃ = N ₂ P ₂ K ₂ Mg ₂	T ₀₇ = N ₂ P ₄ K ₂ Mg ₂	T ₁₁ = N ₂ P ₂ K ₂ Mg ₀	T ₁₅ = N ₀ P ₂ K ₀ Mg ₀
T ₀₄ = N ₄ P ₂ K ₂ Mg ₂	T ₀₈ = N ₂ P ₂ K ₀ Mg ₂	T ₁₂ = N ₂ P ₂ K ₂ Mg ₁	T ₁₆ = N ₀ P ₂ K ₂ Mg ₀

Embora os trabalhos da literatura indiquem respostas significativas do nitrogênio, fósforo, potássio e magnésio, no presente trabalho, foi colocado o nível 0 (zero) como, indicando a ausência dos nutrientes, como tratamento no experimento, para ser utilizado

como comparação e construção da curva de resposta dos nutrientes. Os treze primeiros tratamentos (T₀₁ a T₁₃) permitem que sejam construídas as curvas de respostas do nitrogênio, fósforo, potássio e magnésio, enquanto que os três últimos tratamentos (T₁₄, T₁₅ e T₁₆) são complementares, os quais serão utilizados para avaliação do efeito simples dos nutrientes.

Como o presente experimento visa apresentar resultados sobre os níveis de adubação em toda fase de desenvolvimento da seringueira, que envolvem várias variáveis avaliadas num período mínimo de sete anos, seria muito complexo disponibilizar em uma única publicação todo esse arsenal de informações. Dessa forma, para efeito de melhor compreensão, cada um dos nutrientes (nitrogênio, fósforo, potássio e magnésio) será minuciosamente abordado em publicação individual. Logo, o estudo que se segue, diz respeito exclusivamente aos efeitos atribuídos ao fósforo nas condições edafoclimáticas de Mazagão, no Estado do Amapá.

Na Fig.1, são mostrados os dados referentes à absorção de fósforo pela seringueira, em duas regiões distintas. Os dados de HAAG et al (1982) mostram que os valores encontrados no Brasil, no que tange a absorção de fósforo pela seringueira, são bem inferiores aos valores encontrados por SHORROCKS, (1965) na Malásia. Não obstante, comparado aos demais macro-nutrientes, o fósforo é o elemento absorvido em menor quantidade.

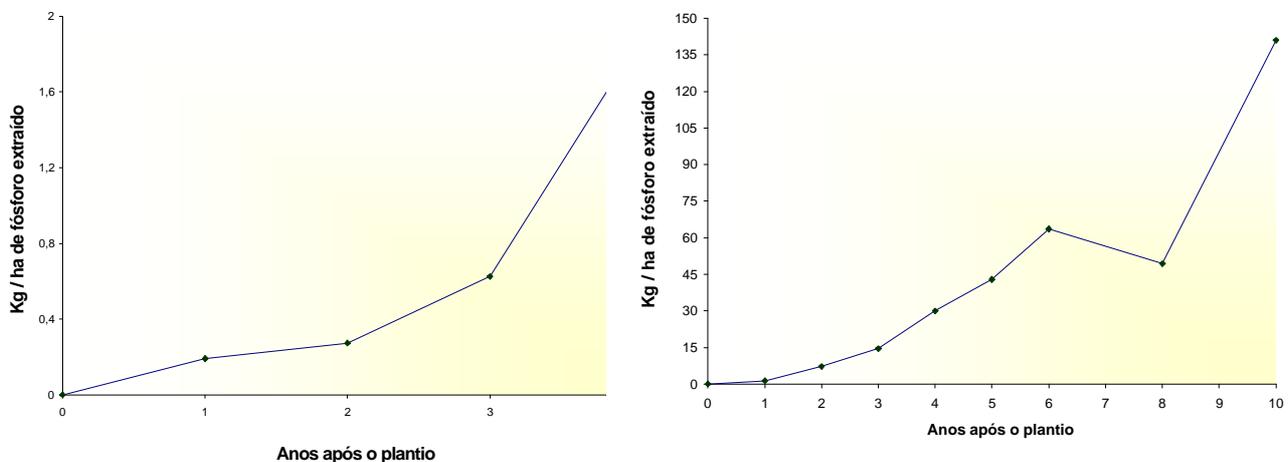


Fig.1- Absorção de fósforo em seringueiras plantadas no Brasil, com idade entre 1 a 4 anos (HAAG et al, 1982) e de seringueiras de 1 a 10 anos plantadas na Malásia (SHORROCKS, 1965)

Com base nas informações sobre a quantidade absorvida do fósforo e, considerando que o solo da área experimental é um solo de textura argilosa, com acidez elevada e altos teores de alumínio, foram estabelecidas as dosagens de fósforo (P₂O₅) para cada um dos níveis de adubação aplicado no experimento, conforme descritos no quadro abaixo. A

fonte de fósforo utilizada foi o superfosfato triplo e as quantidades das doses anuais, bem como o modo de aplicação do adubo, encontram-se descritos no quadro 1.

Quadro 1. Níveis, dose anual e modo de aplicação do fósforo

Ano de Plantio	Nível	Dose Anual de P ₂ O ₅ (grama/planta)	Parcelamento e época de aplicação	Modo e local de aplicação
1 ^o ano	0	0	- Aplicação da dose total de uma só vez na ocasião do preparo da cova.	- Incorporado no interior da cova.
	1	20		
	2	40		
	4	50		
2 ^o ano	0	0	- Aplicação da dose total de uma só vez no início do período chuvoso.	- Distribuído à lanço, uni-formemente no interior de um círculo de 1,5 m de diâmetro
	1	30		
	2	60		
	4	120		
3 ^o ao 7 ^o ano	0	0	- Aplicação da dose total de uma só vez no início do período chuvoso.	- Distribuído, no interior de um círculo de 3,0 m - Após o 3 ^o ano o círculo deve seguir a projeção da copa
	1	45		
	2	90		
	4	180		

Como indicador do efeito da aplicação do fósforo, as seguintes variáveis foram coletadas: número de lançamentos, tamanho do lançamento (cm); altura da planta (m), diâmetro do tronco (mm) a 0,15m do calo de enxertia, "stand" das parcelas, e circunferência do caule (cm) a 1,30 m acima do calo de enxertia.

As análises estatísticas dos dados foram feitas conforme preconiza MONTGOMERY (1991). Como primeiro passo da análise, foi aplicado o teste f-Fisher, através da análise de variância, para avaliar o efeito de todos os tratamentos conjuntamente e, a partir do desdobramento dos graus de liberdade do fator tratamento, foram analisados os efeitos do fósforo individualmente e em conjunto com o nitrogênio, o potássio e o magnésio. As comparações dos efeitos individuais dos nutrientes foram realizadas através de contrastes ortogonais.

Para as variáveis que apresentaram efeitos significativos na análise de variância, a análise estatística passou para a análise seguinte (análise de regressão por polinômios ortogonais) para se definir o tipo de relação funcional existente entre as variáveis e as dosagens de fósforo aplicadas. Identificado o modelo que melhor se ajustou à curva de resposta, o passo seguinte consistiu em obter as equações matemáticas de cada modelo, respectivamente.

Variáveis obtidas através de contagem, em geral, apresentam distribuições discretas e, portanto, devem ser transformadas para que seja possível a aplicação de testes estatísticos que requer a normalidade dos dados. Todavia, neste trabalho, o número de

lançamentos, que é uma variável obtida através de contagem, tem distribuição aproximadamente normal, uma vez que o resultado de cada unidade experimental resulta da média aritmética das 21 plantas úteis de cada parcela. Essa aproximação é garantida pelo teorema central do limite e, assim sendo, as análises de variância e os demais testes estatísticos foram realizados de forma direta, ou seja, sem transformação.

No presente experimento foram testados os seguintes níveis de fósforo: P₀, P₁, P₂, P₄. Como a quantidade de fósforo absorvido aumenta conforme o desenvolvimento das plantas, as dosagens anuais de P₂O₅ de cada nível é modificada a cada ano (Quadro1). Conforme se pode observar, não existe no referido ensaio dosagens correspondentes ao nível P₃. Isso porque os níveis usados nos tratamentos não são distribuídos de forma equidistante, isto é, do nível P₂ passa-se diretamente para o nível P₄. Essa metodologia de usar níveis não equidistantes visa aumentar a amplitude da curva de resposta sem aumentar o número de tratamento do experimento. No presente ensaio, com apenas quatro níveis de adubação ter-se-ão curvas de respostas com amplitude de cinco níveis de adubação.

As análises estatísticas dos ensaios que possuem níveis não equidistantes são feitas de forma específica, levando-se em consideração esse caso particular da não equidistância dos níveis, em todos os cálculos em que os valores são estimados. Os cálculos dos índices atribuídos aos polinômios ortogonais empregados na análise de regressão, bem como dos valores usados na obtenção das equações matemáticas dos modelos foram feitos seguindo a metodologia desenvolvida por NOGUEIRA, 1978.

Resultados e Discussão

Os resultados do presente trabalho serão apresentados em duas etapas: A primeira, cujo objetivo é informar de uma forma geral e ilustrativa as respostas das variáveis estudadas, os resultados das avaliações feitas em toda fase de desenvolvimento da seringueira, são apresentados de forma conjunta. Na etapa seguinte, as informações são apresentadas detalhadamente em cada ano de avaliação.

Como na fase de desenvolvimento das plantas de seringueira não há dados referentes à produção de látex, o diâmetro do caule, altura da planta, número e tamanho de lançamentos são os parâmetros mais utilizados na avaliação do desenvolvimento do seringal de cultivo. Segundo GONÇALVES et. al. (1984), existem altas correlações fenotípica e genética entre produção e altura, bem como a produção e o diâmetro do caule. Dessa forma, como esses caracteres são freqüentemente influenciados pelo meio ambiente, eles serão utilizados como parâmetros do desenvolvimento das seringueiras cultivadas de forma experimental, nas condições edafoclimáticas de Mazagão-AP.

Influência do fósforo sobre o número e tamanho dos lançamentos

O tamanho e o número de lançamentos das seringueiras na fase juvenil são características altamente relacionadas com o desenvolvimento das plantas. Conforme se pode observar na Fig. 2, o número médio de lançamentos emitidos a cada avaliação não sofreu muita influência do nível de adubação fosfatada aplicada no solo. Na Fig. 3, é mostrado que o tamanho médio dos lançamentos tem resposta semelhante, ou seja, praticamente não há alteração em função da quantidade de fósforo aplicada. Observa-se que há apenas uma ligeira tendência de aumento no tamanho dos lançamentos no nível P₁. Essa tendência pode ser resultado de uma adubação mais equilibrada nesse nível, uma vez que os demais macronutrientes (N, K e Mg) são mantidos em quantidades médias, enquanto as quantidades aplicadas de fósforo são variadas conforme o nível. Não obstante, conforme pode ser observado na tabela 1, essa tendência de aumento não tem significância estatística.

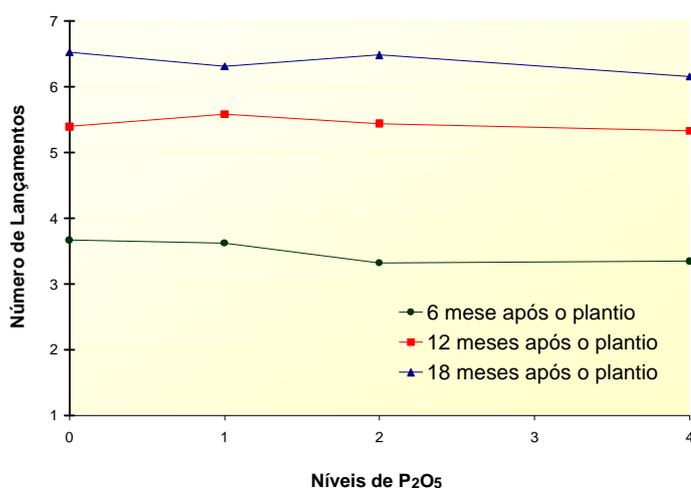


Fig. 2 - Efeitos de doses de fósforo sobre o número de lançamentos das seringueiras aos 6, 12 e 18 meses após o plantio.

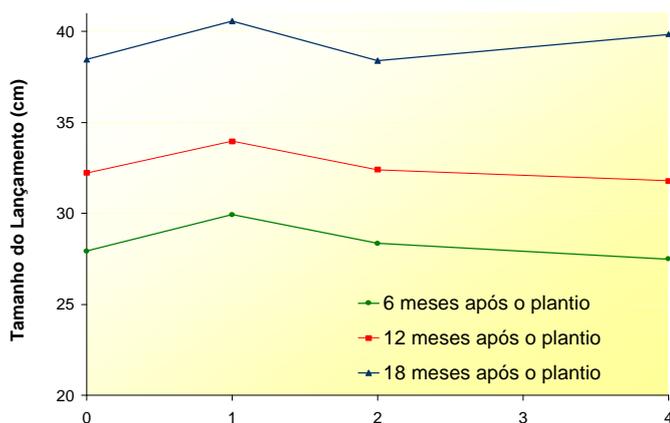


Fig. 3 - Efeitos de doses de fósforo sobre o tamanho dos lançamentos das seringueiras aos 6, 12 e 18 meses após o plantio.

Influência do fósforo sobre a circunferência das plantas de seringueiras

Conforme preconizam a maioria dos sistemas de produção de seringueira, o ponto para início da sangria das plantas é exatamente quando 75% das plantas apresentam circunferência do caule igual ou superior a 45cm a 1,30m acima do calo da enxertia. Dessa forma, em seringais com mais de 2 anos de idade, a avaliação do desenvolvimento do tronco da seringueira passa a ser feita através da circunferência a 1,30m do calo de enxertia.

Como o objetivo da adubação das seringueiras em desenvolvimento é, entre outras coisas, fazer com que as seringueiras atinjam mais rapidamente o ponto de sangria, a circunferência do caule passa a ser o parâmetro mais importante a ser avaliado após o segundo ano de cultivo.

Os gráficos representados na Fig. 6 mostram que a partir do terceiro ano de cultivo, o acréscimo da quantidade de fósforo promove aumentos na circunferência do caule das plantas de seringueiras. Conforme demonstram os resultados apresentados na tabela 4, há significância estatística da resposta da seringueira à aplicação fosfatada do terceiro ano em diante. Outra informação importante que pode ser observada na Fig. 6 é que a medida que aumenta a idade das plantas de seringueira, maior é o incremento obtido com o aumento das dosagens de fósforo.

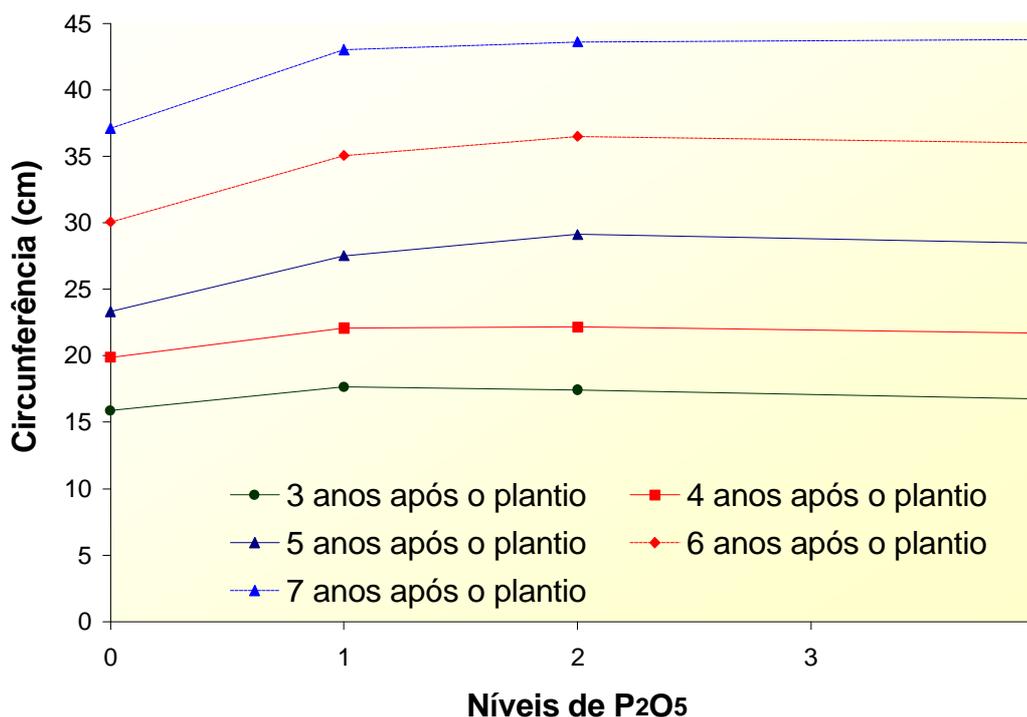


Fig. 6 - Efeitos de doses de fósforo sobre a circunferência do caule das seringueiras.

Observando a Fig. 6, pode-se verificar que realmente a aplicação de fósforo diminui o período de imaturidade das plantas de seringueiras. Tomando o gráfico que representa o desenvolvimento ao sétimo ano de cultivo, verifica-se que em todos os níveis que contém fósforo (P₁, P₂ e P₄) as seringueiras estão praticamente em ponto de sangria (45cm de circunferência), enquanto que no nível que não contém fósforo (P₀) as seringueiras apresentam circunferência em torno de 35cm.

Observando novamente os gráficos da Fig. 6, verifica-se que as plantas de seringueira apresentaram um incremento médio de 5 centímetros de circunferência ao ano e, como no sétimo ano de cultivo, o nível P₀ tem em torno de 10 centímetros a menos, a adubação fosfatada reduz em, aproximadamente, dois anos o ponto de sangria do seringal de cultivo.

Resposta das seringueiras em desenvolvimento à aplicação de fósforo (dois primeiros anos de cultivo)

No referido experimento, a aplicação da adubação fosfatada do primeiro ano foi feita de uma única vez, na ocasião do preparo das covas. As quantidades de P₂O₅ (gramas/planta) aplicadas para os níveis P₀, P₁, P₂ e P₄ foram, respectivamente: 0, 20, 40 e 80. No segundo ano de cultivo, a aplicação do adubo fosfatado foi feita no início do período chuvoso, em uma única aplicação, com as seguintes quantidades de P₂O₅ (gramas/planta) para cada um dos níveis, respectivamente: 0, 30, 60 e 120.

Para avaliação do desenvolvimento das plantas de seringueiras no primeiro e segundo anos de cultivo, foram utilizados os seguintes parâmetros: número e tamanho médio dos lançamentos, altura da planta e diâmetro do caule. Sobre os dados coletados dessas variáveis, foi aplicado inicialmente f-Fisher, através da análise de variância, para saber se existiam diferenças significativas entre os 16 tratamentos. Como o objetivo do ensaio era verificar os efeitos dos quatro macronutrientes juntos (NPKMg), os três principais macronutrientes (NPK), do fósforo juntamente com o potássio (PK) e apenas o efeito individual do fósforo (P), foram aplicados o teste f-Fisher a partir do desdobramento dos 15 graus-de-liberdade do fator tratamento.

Nos casos em que houve efeito significativo para o fósforo, o passo seguinte foi aplicar a análise de regressão por polinômios ortogonais, para verificar o tipo de relação funcional entre os níveis testados. Verificando a significância dos modelos linear, quadrático ou cúbico, prosseguiu-se a análise até obtenção das equações matemáticas que explicam o modelo mais adequado para cada uma das superfícies de respostas.

Para os dados do segundo ano de cultivo, a análise estatística apresentada na Tabela 2, mostra uma resposta significativa a 1% de probabilidade do fósforo associado ao potássio nas variáveis tamanho dos lançamentos, altura da planta e diâmetro do caule. No caso do efeito do fósforo isoladamente, não houve significância em nenhuma variável estudada tanto no primeiro quanto no segundo ano de cultivo. O valor estimado do contraste $Y_3 = T_{16} - T_{14}$, positivo para o tamanho do lançamento, altura da planta e diâmetro indica que o tratamento T_{16} (que possui o fósforo e potássio) é superior ao tratamento T_{14} (que não possui nenhum nutriente). A análise estatística indica que este contraste é significativo ao nível de probabilidade de 1%.

A análise de regressão por polinômios ortogonais (tabelas 1 e 2) não apresentou significância estatística em nenhuma variável estudada, em qualquer modelo linear, quadrático ou cúbico, o que já era de se esperar, uma vez que a análise de variância feita anteriormente mostrou que não havia diferenças significativas entre os níveis estudados. Se todos os níveis são iguais estatisticamente, não havia necessidade de se realizar a análise de regressão, não obstante, essa análise foi realizada para efeito de comprovação.

Observando os dados das seringueiras com idade superior a dois anos (Tabela 3), pode-se verificar que o fósforo apresentou efeito significativo em todas as variáveis estudadas. Logo, a ausência de resposta do primeiro e segundo ano pode estar associada ao adubo orgânico colocado nas covas, por ocasião do plantio e o mesmo estar suprindo a pequena quantidade de fósforo que as plantas de seringueira demandam para o primeiro e segundo anos de cultivo (Fig.1).

Tabela 1. Análise de variância, regressão por polinômios ortogonais e comparação dos tratamentos através de contrastes ortogonais.

Testes aplicados às variáveis coletadas em seringueiras com 1 ano de idade		Nº de Lançamento	Tamanho do Lançamento	Altura da Planta	Diâmetro do Caule	
FONTE DE VARIAÇÃO		GL	SOMA DE QUADRADOS			
ANÁLISE DE VARIÂNCIA	Tratamento	15	5,862 *	470,123 **	3,413 **	197,354 **
	Efeito NPKMg	1	0,726	35,701 **	0,378 **	5,611
	Efeito NPK	1	0,428	33,415 **	0,304 **	1,280
	Efeito PK	1	0,080	8,820	0,026	4,351
	Efeito P	1	0,004	0,061	0,005	0,012
	Bloco	3	3,180	36,366	0,567	82,282
	Erro	45	9,088	186,129	1,695	88,838
	Total	63	18,130	692,618	5,676	368,474
	Coeficiente de variação			8,63 %	6,55 %	10,67 %
REGRESSÃO	Doses de P	3	0,140	10,732	0,197	3,362
	Reg. Linear	1	0,035	2,340	0,147	2,445
	Reg. Quadrática	1	0,054	2,891	0,027	0,822
	Reg. Cúbica	1	0,051	5,501	0,022	0,096
	Bloco	3	1,139	20,322	0,126	23,292
	Desvio de Regressão	9	2,622	13,902	0,300	22,942
	Total	15	3,901	44,957	0,624	49,597
Coeficiente de variação			9,23 %	3,81 %	9,31 %	7,53 %
CONTRASTES	EFEITO TESTADO	DESCRIÇÃO	VALOR ESTIMADO DO CONTRASTE			
	N P K Mg	$Y_1 = T_{03} - T_{14}$	0,602	3,025 **	0,435 **	1,675
	N P K	$Y_2 = T_{11} - T_{14}$	0,462	-0,150	0,390 **	0,800
	P K	$Y_3 = T_{16} - T_{14}$	-0,200	-0,675	0,115	-1,475
	P	$Y_4 = T_{03} - T_{05}$	0,045	0,175	-0,050	-0,025

* Significativo a 5 % de probabilidade

** Significativo a 1 % de probabilidade

Tabela 2. Análise de variância, regressão por polinômios ortogonais e comparação dos tratamentos através de contrastes ortogonais.

Testes aplicados às variáveis coletadas em seringueiras com 2 anos de idade		Nº de Lançamento	Tamanho do Lançamento	Altura da Planta	Diâmetro do Caule	
FONTES DE VARIÇÃO	GL	SOMA DE QUADRADOS				
ANÁLISE DE VARIÂNCIA	Tratamento	15	4,536 **	610,314 **	2,729 **	1402,804 **
	Efeito NPKMg	1	0,732 **	27,380 *	0,259 **	262,205 **
	Efeito NPK	1	0,059	48,020 **	0,202 **	201,001 **
	Efeito PK	1	0,059	63,845 **	0,140 **	177,661 **
	Efeito P	1	0,004	0,005	0,001	15,680
	Bloco	3	4,583	101,187	0,025	94,087
	Erro	45	4,726	247,886	0,599	265,828
	Total	63	13,844	959,386	3,353	1762,719
	Coeficiente de variação		5,28 %	6,11%	4,61 %	6,16 %
REGRESSÃO	Doses de P	3	0,345	13,837	0,023	24,242
	Reg, Linear	1	0,214	1,089	0,003	0,060
	Reg, Quadrática	1	0,011	0,031	0,005	22,796
	Reg, Cúbica	1	0,120	12,716	0,015	1,387
	Bloco	3	1,871	52,062	0,017	29,422
	Desvio de Regressão	9	0,619	33,486	0,038	53,252
	Total	15	2,835	99,384	0,077	106,917
	Coeficiente de variação		4,12 %	4,90 %	2,48 %	5,80 %
CONTRASTES	EFEITO TESTADO	DESCRIÇÃO	VALOR ESTIMADO DO CONTRASTE			
	N P K Mg	$Y_1 = T_{03} - T_{14}$	0,605 **	3,700 **	0,360 **	11,450 **
	N P K	$Y_2 = T_{11} - T_{14}$	0,172	4,900 **	0,317 **	10,025 **
	P K	$Y_3 = T_{16} - T_{14}$	-0,172	5,650 **	0,265 **	9,425 **
	P	$Y_4 = T_{03} - T_{05}$	-0,042	-0,050	0,005	2,800

* Significativo a 5 % de probabilidade

** Significativo a 1 % de probabilidade

Resposta da aplicação de fósforo no desenvolvimento da seringueira (terceiro ao sétimo ano de cultivo)

Do terceiro ao sétimo ano, a quantidade de P_2O_5 (grama/planta), conforme os níveis P_0 , P_1 , P_2 e P_4 foram, respectivamente, 0, 45, 90 e 180. A produção das seringueiras, que é obtida através da sangria das plantas, é iniciada somente quando 75% das plantas atingem 45 centímetros de circunferência do caule. Assim sendo, a espessura do caule das seringueiras, que até o segundo ano era avaliada através do diâmetro do caule, passou a ser avaliada através da circunferência do caule a 1,30 m acima do caule da enxertia.

A análise de variância apresentada na tabela 4 mostra que há efeito significativo, a 1% de probabilidade, para os tratamentos e todas as combinações envolvendo o fósforo. Os valores positivos das estimativas dos contrastes Y_1 , Y_2 , Y_3 e Y_4 , apresentados na tabela 3, mostram que os tratamentos que contêm o fósforo promoveram maior desenvolvimento das seringueiras.

Ao contrário das análises anteriores, na Tabela 3 é mostrado o efeito significativo da aplicação isolada do fósforo. Através da análise de regressão polinomial foi verificada a significância da relação quadrática entre a circunferência do caule e as dosagens de fósforo aplicadas. Essa relação foi significativa a 5% no terceiro e quarto anos e 1%

para os demais. Obtidas as equações matemáticas que explicam as relações funcionais entre as variáveis estudadas e os níveis testados, através das derivadas parciais foram calculadas as quantidades de fósforo, para cada ano, que fornece o máximo crescimento da circunferência do caule das seringueiras. Esses valores em g/planta de P_2O_5 , para o terceiro, quarto, quinto, sexto e sétimo anos, respectivamente, são os seguintes: 85, 113, 130, 116 e 120.

O conhecimento sobre as exigências nutricionais da seringueira na fase de desenvolvimento ainda é incipiente no Brasil, e na Amazônia é insignificante, não existem mais que dez experimentos com essa finalidade. Um dos primeiros estudos sobre a adubação de seringal em formação foi conduzido por REIS (1979) em Latossolo Vermelho-amarelo na região Sul da Bahia. Nesse estudo o autor encontrou respostas significativas à aplicação de fósforo e verificou que as dosagens de P_2O_5 que promovem o máximo desenvolvimento da circunferência do caule no segundo, terceiro e quarto ano, foram respectivamente, 26, 45 e 112 kg/ha.

Tabela 3. Análise de variância, regressão por polinômios ortogonais e comparação dos tratamentos através de contrastes ortogonais.

Testes aplicados às variáveis coletadas em seringueiras de 3 a 7 anos de idade			Circunferência do caule em centímetro					
FONTE DE VARIAÇÃO		GL	3º ano	4º ano	5º ano	6º ano	7º ano	
			SOMA DE QUADRADOS					
ANÁLISE DE VARIÂNCIA	Tratamento	15	243,331 **	444,267 **	859,025 **	1227,405 **	1683,694 **	
	Efeito NPKMg	1	53,820 **	127,201 **	286,801 **	410,411 **	580,382 **	
	Efeito NPK	1	44,180 **	104,473 **	232,201 **	310,005 **	521,483 **	
	Efeito PK	1	39,560 **	85,805 **	162,901 **	227,911 **	385,725 **	
	Efeito P	1	4,805 *	10,125 *	67,280 **	82,561 **	84,760 **	
	Bloco	3	38,511	54,118	127,496	263,698	341,558	
	Erro	45	57,057	81,343	179,389	198,784	383,887	
	Total	63	338,899	579,728	1165,910	1689,887	2409,139	
	Coeficiente de variação			6,94%	6,61%	7,76%	6,36%	7,22%
REGRESSÃO	Doses de P	3	7,592	13,382	81,687	104,522	193,313	
	Reg, Linear	1	0,505	4,063	44,691 **	57,216 **	123,118 **	
	Reg, Quadrática	1	5,887 *	8,137 *	36,429 **	45,329 **	68,425 **	
	Reg, Cúbica	1	1,200	1,181	0,567	1,978	46,524	
	Bloco	3	10,412	22,652	37,722	55,452	8,168	
	Desvio de Regressão	9	9,234	17,366	17,607	18,802	69,767	
	Total	15	27,239	53,399	137,017	178,777	27,978	
	Coeficiente de variação			5,98%	6,47%	5,16%	4,20%	4,21%
	CONTRASTES	EFEITO TESTADO	DESCRIÇÃO	VALOR ESTIMADO DO CONTRASTE				
N P K Mg		$Y_1 = T_{03} - T_{14}$	5,187 **	7,975 **	11,975 **	14,325 **	17,035 **	
N P K		$Y_2 = T_{11} - T_{14}$	4,700 **	7,227 **	10,775 **	12,450 **	16,147 **	
P K		$Y_3 = T_{16} - T_{14}$	4,447 **	6,550 **	9,025 **	10,675 **	13,887 **	
P		$Y_4 = T_{03} - T_{05}$	1,550	2,250 *	5,800 **	6,425 **	6,510 **	

* Significativo a 5 % de probabilidade

** Significativo a 1 % de probabilidade

No Estado do Pará, BERNIZ (1987), encontrou resposta linear a aplicação de fósforo nas seguintes dosagens de P_2O_5 : 60, 70 e 200 kg/ha, respectivamente, no segundo, terceiro e quarto anos. De forma semelhante, VIEGAS et. al. (1992), encontraram resposta linear à aplicação do fósforo até o quinto ano de cultivo e do sexto ao nono, as respostas foram quadráticas. Nesse estudo as melhores dosagens de P_2O_5 foram, respectivamente, 134, 130 e 115 kg/ha.

Em solos de cerrado, no Estado de Goiás, PEREIRA, et. al. (2000), encontrou resposta da seringueira à aplicação de fósforo. A dose que promoveu crescimento máximo da circunferência do caule, no período de quatro a seis anos após o plantio, foi 81 kg/ha de P_2O_5 .

Transformando os dados obtidos neste trabalho de g/planta para kg/ha, verificamos que as dosagens de P_2O_5 que promoveram o desenvolvimento máximo da circunferência do caule no terceiro, quarto, quinto, sexto e sétimo anos, foram 43, 56, 65, 58, e 60 kg/ha, respectivamente. Comparando os resultados desse trabalho com os obtidos em outras regiões do Brasil, verifica-se que as quantidades de fósforo necessárias ao estabelecimento do seringal de cultivo no Amapá são menores.

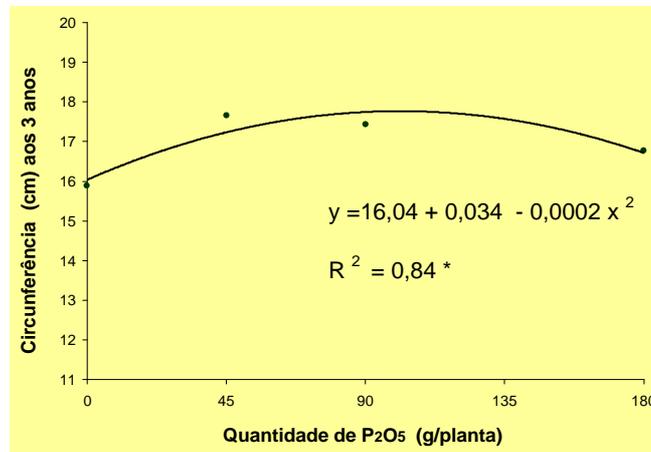


Fig. 7- Efeitos das doses de fósforo sobre o aumento da circunferência do caule das seringueiras no terceiro ano após o plantio.

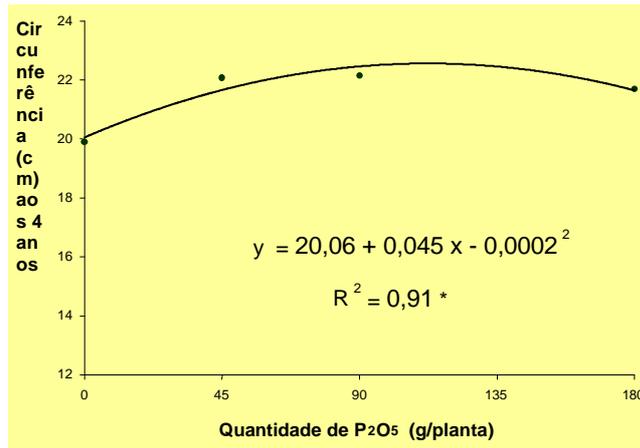


Fig. 8 – Efeitos das doses de fósforo sobre o aumento da circunferência do caule das seringueiras no quarto ano após o plantio.

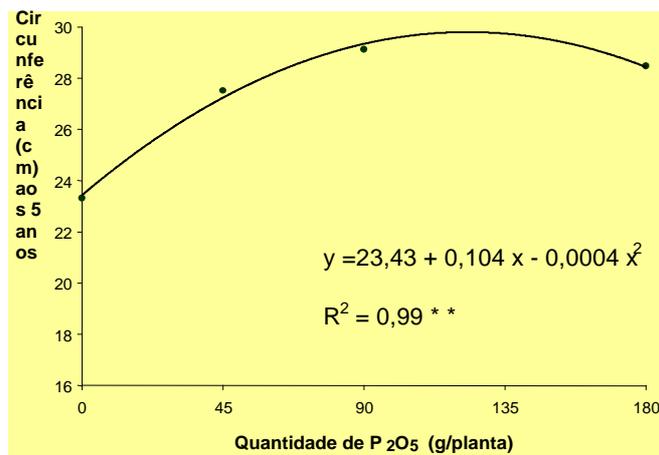


Fig. 9 - Efeitos de doses de fósforo sobre a circunferência do caule da seringueira no quinto ano após o plantio.

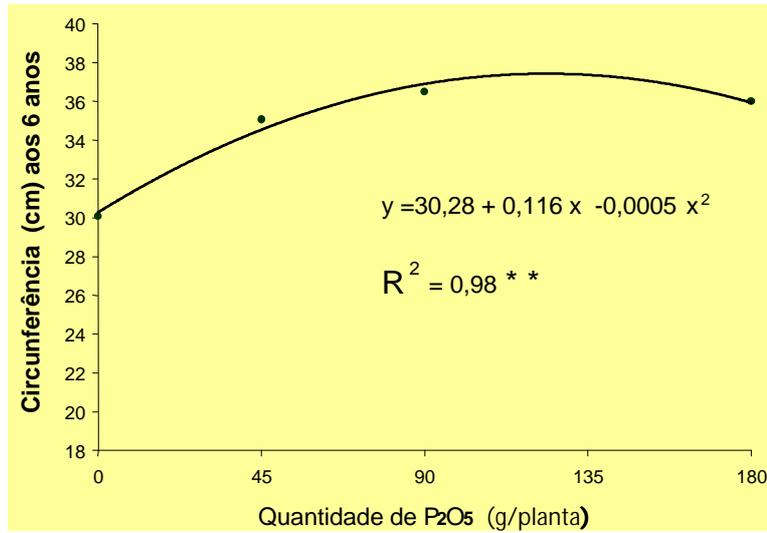


Fig.10 - Efeitos de doses de fósforo sobre a circunferência do caule da seringueira no sexto ano após o plantio.

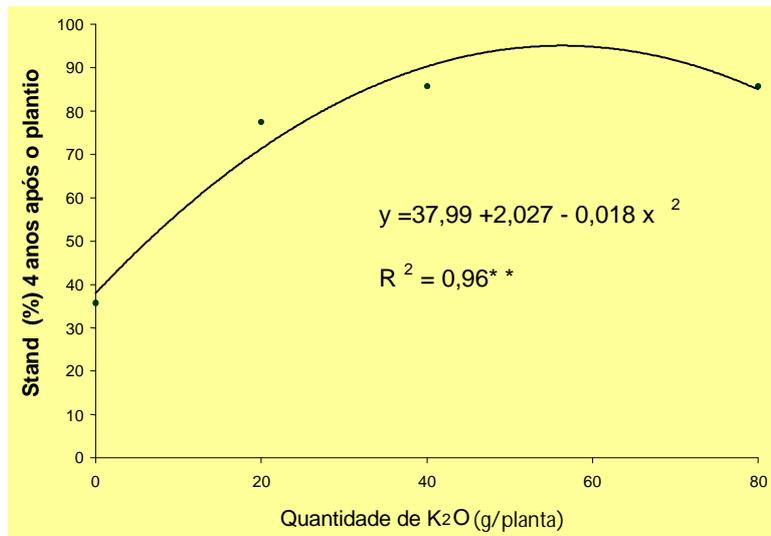


Fig.11- Efeitos de doses de fósforo sobre a circunferência do caule da seringueira no sétimo ano de cultivo.

Conclusões

A adubação de instalação de um seringal com adubos orgânicos e fertilizantes fosfatados pode suprir a necessidade da planta.

A aplicação de fósforo reduz em dois anos aproximadamente, o período de imaturidade das plantas de seringueira, nas condições do Amapá.

A seringueira não responde à aplicação de fósforo nos dois anos iniciais de plantio, nas condições edafoclimáticas do Amapá e, portanto, a aplicação de adubos fosfatados pode ser feita a partir do terceiro ano em diante.

O desenvolvimento máximo da circunferência do caule da seringueira nas condições ecológicas do Amapá, é promovido pela adubação fosfatada no terceiro, quarto, quinto, sexto e sétimo anos após o plantio nas dosagens 43 kg P₂O₅/ha, 56 kg P₂O₅/ha, 65 kg P₂O₅/ha, 58 kg P₂O₅/ha e 60 kg P₂O₅/ha, respectivamente.

Referências bibliográficas

BERNIZ, J.M.J. **Influência do nitrogênio fósforo e potássio em seringueira jovem** (*Hevea brasiliensis* Muell Arg.) Viçosa: UFV, 1987. (UFV - Tese de Doutorado). 9p.

EMBRAPA. Relatório técnico anual da UEPAT/MACAPÁ. Macapá, 1985. 70p.

FALESI, I.C.; BASTOS, T. X. & MORAES, V. H. F. **Zoneamento agrícola da Amazônia**. Belém: IPEAN, 1972. (IPEAN. Boletim Técnico, 54). 153p.

GONÇALVES, P.de S.; ROSSETTI, A. G.; VALOIS, A. C. C.; VIEGAS, I. de J. Estimativas de correlações genéticas e fenotípicas de alguns caracteres quantitativos em clones jovens de seringueira. **Brazilian Journal of Genetics**, v.2, n.1, p.95-107,1984.

HAAG, H. P.; DECHEN, A.R.;SARRUGE, J.R.; GUERRINI, I.A.; WEBER, H.; & TENÓRIO, Z. **Nutrição mineral da seringueira: macha de absorção de nutrientes**. Campinas: Fundação Cargil, 1982. 86p.

MONTGOMERY, D.C, **Design and Analysis of Experiments**. John Wiley & Sons, 1991. 3ª ed. 650p.

NOGUEIRA, I. R. Método geral para obtenção de tabelas de polinômios ortogonais. **Revista de Agricultura de Piracicaba**, São Paulo: 53(4), p. 269-279, 1978.

PEREIRA, V. A. **Doses de NPK para formação de seringais em solos de cerrado**. 8p, 2000 (INTERNET: www.borrachanatural.agr.br).

REIS, E.L. **Efeito do nitrogênio, fósforo e potássio no desenvolvimento da seringueira (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg) no sul do Estado do Bahia.** Piracicaba: ESALQ, 1979. (ESALQ - Dissertação de Mestrado). 61p.

EMBRAPA. Reunião de zoneamento agrícola para o plantio da seringueira, 1979. Manaus, 1979.(Embrapa CNPSO. Relatório). 18p.

SHORROCKS, Y.M. Mineral nutrition growth and nutrient cycle of *Hevea brasiliensis*. I. Growth and nutrient content. **Journal of the Rubber Research Institute of Malaya**, Kuala Lumpur, v.19, p. 32-47, 1965.

SILVEIRA, J. A. G. da. In: **Nutrição e Adubação de Seringueira no Brasil.** Coord. Henrique Paulo Haag. Campinas: Fundação Cargill, 1983. 116p.

VIÉGAS, I de J.M. Doses de nitrogênio, fósforo e potássio no desenvolvimento da seringueira (*Hevea brasiliensis* Muell Arg.) em latossolo amarelo textura média. **Boletim da Faculdade de Ciências Agrárias do Pará**, Tracateua, PA., v.16, p.81-103, 1987.

VIÉGAS, I. de J.M. **Resposta da seringueira à aplicação de nitrogênio, fósforo e potássio em latossolo amarelo textura média.** Belém do Pará: CPATU, 1992. (Embrapa CPATU. Boletim de Pesquisa, 125). 34p.



Ministério da Agricultura,
Pecuária e Abastecimento

